(16.)

DISSERTATIO PHYSIOLOGICA

INAUGURALIS

DE

SUCCI CIRCUITU ATQUE DE RESPIRATIONE

IN

PLANTIS;

QUAM,

ANNUENTE SUMMO NUMINE,

EX AUCTORITATE REVERENDI ADMODUM VIRI,

D. GEORGII BAIRD, SS. T.P.

ACADEMIÆ EDINBURGENÆ PRÆFECTI;

NECNON

AMPLISSIMI SENATUS ACADEMICI CONSENSU,

ET NOBILISSIMÆ FACULTATIS MEDICÆ DECRETO;

Pro Gradu Doctoris,

SUMMISQUE IN MEDICINA HONORIBUS AC PRIVILEGIIS,

RITE ET LEGITIME CONSEQUENDIS;

ERUDITORUM EXAMINI SUBJICIT

JOANNES WILLIAMS,

Cambro-Britannus,

SOC. MED. REG. EDIN. SOC. EXTR.

Kalendas Augusti, hora locoque solitis.

EDINBURGI:

EXCUDEBAT JACOBUS WALKER.

1825.

OPTIMO VIRO,

GEORGIO CUMMING M. D.

COLL. REG. MED. LOND. PERMISSO,

ET

VALETUDINARII GENERALIS DENBIGENSIS

(PRIMI QUIDEM IN CAMBRIA SEPTENTRIONALI)

MEDICO EXTRAORDINARIO,

JUREQUE HABITO CONDITORI,

HOC OPUSCULUM,

SUMMÆ OBSERVANTIÆ MEDICI,

CARITATISQUE HOMINIS

(QUÆ, PER ANNOS QUATUORDECIM USQUE INCRESCENTES,

NUNQUAM NISI CUM VITA DESINENT)

EXIGUUM TESTIMONIUM

D.D.D.QUE

JOANNES WILLIAMS.

To

Dr. James Crawforde

with best regards from his Frien[d]

The Author

DISSERTATIO PHYSIOLOGICA

INAUGURALIS

DE

SUCCI CIRCUITU ATQUE DE RESPIRATIONE

IN

PLANTIS.

In hoc argumento prosequendo, propositum est mihi primum describere, ea brevitate quae in Dissertatione Academica necessaria est, praecipuas partes plantarum, quae his duabus functionibus subministrare videntur; et deinde ad utramque functionem ordine transire. Orso a spiraculis, quae prima instrumenta absorptionis, atque ita succorum motus, esse existimantur.

Igitur spiracula, quae in epidermide sunt, vulgo dividuntur in ea quae evidentia sunt, atque

ea quae aspici non possunt. Priora per microscopium satis facile deprehendi possunt in foliis plantarum herbacearum, quales sunt Nymphea lutea, Brassica atque Lactuca; eadem autem in foliis arborum multo pauciora sunt. Secundum DECANDOLLE, nulla spiracula reperiuntur in caulibus plantarum, nisi in iis qui in textura sua folia repraesentant; neque in fructibus pulposis; neque in bulbis plantarum liliacearum; neque in plantis revera cotyledonosis; neque denique in iis quae ex toto submerguntur. At spiracula exigua foraminula variarum formarum atque magnitudinum esse dicuntur, per quae absorptio transmissioque et exhalatio succorum efficiuntur. Ex his, ea quae evidentia sunt vel interiora vel exteriora sunt; eademque describuntur ab HEDWIG tanquam manifesta in tela reticulata, unde constat epidermis; idemque a DECANDOLLE confirmatum est. Secundum KEITH, spiracula interiora primum reperta sunt a MIRBEL, eaque varias cellulas vasaque intra plantam conjungere videntur. Quod ad spiracula quae aspici non possunt, haec neque nudo oculo, neque adjuto opti-

mis microscopiis, manifesta sunt; sed cognoscuntur tamen per experimenta existere.

Venio nunc ad vasa plantarum, in quibus describendis celeberrimum MIRBEL potius sequar, quam aut LINNAEUM aut WILDENOW; quoniam, uti arbitror, melius est haec describere pro formis eorum, manifestisque proprietatibus, quam pro functionibus, quae saepe parum bene cognoscuntur. Apud MIRBEL sex species vasorum sunt, quae a THOMSON ad tres praecipuas rediguntur; vasa integra scilicet, vasa perforata, atque vasa spiralia. Ex his *prima*, uti nomen indicat, simplices atque teretes fistulae sunt, ex membrana integra, fereque in parte cellulosa corticis in fasciculis distribuuntur. Reperiuntur in surculis omnium pene plantarum, facileque per microscopium in petiolo Sagittariae sagittafoliae, Linique usitatissimi deprehendi possunt. At vasa *perforata* fistulae pariter teretes sunt, sic tamen ut parietes exiguis foraminulis perforentur. Haec autem dividi possunt, ex specie foraminulorum, in vasa cribriformia, vasaque annularia; et in utrisque foraminula evidente margine circumdantur. Sequuntur *spiralia* vasa, quae cognita sunt a tem-

poribus Grew, qui primus internae structurae plantarum operam dedit. Haec autem modo spiralia ex aspectu, modo tracheae ex falsa opinione de eorum functione, vocata sunt. Maxima sunt ex vasis plantarum, saepeque nudo oculo manifesta; ut si folium Corni sanguinei, vel Sambuci nigri, aut squama ex bulbo Scillae maritimae leviter inciditur, posteaque lente frangitur et diducitur, vasa spiralia structuram suam evidenter ostendunt. Constant ex filo quasi, spirali modo convoluto; eodem modo, ut ait Dr Thomson, atque si tenue filum metallicum torqueretur circa cylindrum, ita ut annuli inter se contingerent, cylindrusque postea tolleretur. Praeter haec autem vasa, aliae species a Mirbel describuntur, vocanturque *mixta*, quia in his perforata spiraliaque vasa conjunguntur. Verum haec fortasse nihil aliud sunt nisi simplicia vasa, antequam annuli coiërunt. Est quoque quinta species vasorum, quae vocantur *exigua*; sed haec, secundum Thomson, sunt potius tubuli cellulares, quoniam ab extremis partibus clauduntur. Dicuntur repraesentare culmos graminum, atque habent plurima internodia. Constant ex valida crassaque membranâ, quae reprae-

sentat telam cellulosam, perforanturque multis foraminulis. Possunt satis facile dividi inter se per longitudinem; difficilius autem modo transverso. Non aspiciuntur donec partes plantae perfectiores fiunt, uti in lichenibus muscisque; faciuntque fibras longitudinales, partimque laminas ligneas plantarum lignearum, quarum durities ex densitate horum vasorum magna ex parte pendet. Accedit etiam sexta species vasorum, quae a KNIGHT descripta sunt, *centralia*que vocata, quia centrum quasi faciunt, circa quod alburnum postea formatur.

Proximum est pauca dicere de glandulis plantarum, quae putantur organa secretionis esse. Haec exigua corpora sunt, sita praecipue a superficie petiolisque foliorum; constantque ex tela cellulosa, cum nulla alia evidente organizatione, praeter vasa quae ad centra eorum perveniunt. Difficillimum quidem est dicere quae demum sint propriae glandulae plantarum. Secundum MIRBEL, margines foraminulorum planaque pars vasorum spiralium glandulae sunt; atque SAUSSURE idem putat de exiguis oblongis vel circularibus corporibus, quae conjunguntur ad id, quod ideo rete

corticosum vocatur ; id quod item a Keith aliqua ex parte conceditur. Plerique botanici quoque judicant exteriores glandulas esse ; quales sunt ii bulbi, qui siti sunt ad radices pilorum multarum plantarum, quique in Urtica viscidum acremque humorem secernunt. Ad haec, aliae glandulae ad basin petalorum humorem nectarii secernere putantur ; sed quae sint interiores glandulae, per quas aqua, a terra accepta, in proprium succum, resinam, oleum, saccharum, aliaque similia convertitur, nemo adhuc commonstrare potuit, quamvis quin existant nemo dubitare potest.

Superest ut telam cellulosam plantarum breviter describam. Haec nusquam quidem non est ; constatque ex tenuibus cellulis membranosis, diversarum formarum, quae repletos utriculos repraesentant. Horum forma atque aspectus multum afficiuntur parte plantae in qua siti sunt, rationeque compressionis quam patiuntur. Hi utriculi optime aspiciuntur in medulla plantarum, plantisque herbaceis et pulposis, ubi autem multum comprimuntur, formam magis fistulosam assumunt. Constat inter plerosque auctores, quod istae cellulae succum continent, quodque idem diversus est pro

natura plantae; etenim in Pinis resinosus est, in Mimosa gummosus, in Papavere Leontodoque albus et lacteus, in Pimpinella caeruleus, in quibusdam umbellatis viridis, in Pterocarpo santolino ruber, in Chelidonio flavus, et in plerisque plantis sine colore. Textura autem cellulosa non inepte vocatur rete mucosum plantarum, siquidem color corticis pendet ex colore succi qui in istis cellulis continetur.

Cum igitur breviter descripserim eas praecipuas partes plantarum quae ad argumentum nostrum pertinent, pauca subjicienda sunt de singularum inter se situ. Igitur vasa integra praecipue, ut dixi, in parte cellulosa corticis reperiuntur, quamvis non hic solum, siquidem in alburno, ligno, atque etiam in fibris plantarum herbacearum existunt. Maxime manifesta sunt in variis partibus diversarum speciarum Euphorbiae. Ad haec inter se disjungenda macerantur in oleo terebinthinae, ut resina, quae in iis est, solvatur; sed fortasse melius videntur antequam hoc factum est, quoniam plerumque ex hac resina accipiunt colorem. At vasa perforata reperiuntur in radicibus lignoque truncorum, ramorum, et petiolorum: maxime abundant in duris lignis, qualia sunt Quercus et

Esculi castaneae. Nondum constat quid genus humoris haec vasa comprehendant; non est autem aut oleosus aut resinosus. Vasa autem spiralia praecipue in herbis aquaticis herbaceisque inveniuntur; dubiumque est an in radicibus plantarum existant, certe ibi non facile deprehenduntur. Secundum Thomson, in calice aliisque partibus floris visa sunt; Knight autem non potuit ea ultra pedunculum sequi. In ligno recentium ramorum quoque deprehenduntur; non autem in maturo ligno, neque in cortice.

Venio nunc ad succi circuitum, de quo tam multa dicta sunt; et nihilominus, credo, dubium est an sit per plantas aliquis circuitus, proprie ita dictus. De ascensu descensuque succi nulla quidem dubitatio superesse potest; sed plerique scriptores recentiores arbitrari videntur, hunc motum succi nullo modo repraesentare circuitum sanguinis in animalibus. Novimus quidem omnes partes plantarum, radicem, caulem, ramos, folia, flores, fructum, tenui pellucidaque membrana contegi, quae nihilominus tam densa est, ut ne minimum quidem foraminulum in se ostendat, nisi super folia, ubi, ut dicitur, Hedwig et Decandolle

aliqua deprehenderunt. Epidermidem autem foraminula in se habere absurdum foret negare; siquidem omnes plantae necessario accipiunt nutrimentum suum per illam, quamvis foraminula tam exigua sint, ut per optima microscopia deprehendi non possint.

Igitur humor, qui in terra est, intrat plantas a radicibus per absorptionem; multique botanici, praecipue HALES, experimenta fecerunt ad comprobandum quanta esset haec vis absorptionis per radicem. Ex his unum fuit nudare radicem Pyri, eique adaptare fistulam vitream, repletam aqua, cum extrema parte submersa in hydrargyro; ex hac autem absorptio tanta celeritate effecta est, ut hydrargyrum in decima parte horae per plures pollices ascenderit. Hoc autum experimentum, quamvis ostendit celeritatem qua radices in certis conditionibus absorbere possunt, tamen neque comprobat hanc celeritatem tantam esse in naturali conditione partium, neque hanc ipsam absorptionem effectam fuisse, ut putat KEITH, per foraminula in epidermide. Nam, in hoc exemplo, radix non integra fuit, sed ab extrema parte praesecta; ita ut fortasse aqua intraret, non per fora-

minula in epidermide, sed per vasa communia ligni. Haec tamen ubi dico, nullo modo negare volo epidermidem naturale instrumentum absorptionis esse; sed credo absorptionem fieri posse quoque ab extremis partibus radicis, ibi ubi foraminula ad id apta fortasse existunt.

Veruntamen non per radices suas solum plantae, sed per folia quoque humorem absorbere possunt; multaque experimenta facta sunt a Bonnet ad comprobandum quae plantae per superiorem, quaeque per inferiorem faciem foliorum, magis absorberent. Ex his autem collegit, folia plantarum herbacearum magis per superiorem partem, arborum autem per inferiorem partem, humorem suum accipere; ad haec, quasdam plantas pari facilitate ab utraque parte absorbere. Quod pertinet autem ad humoris absorptionem per folia, ut mihi quidem videtur, non est natura plantarum per haec absorbere, quamdiu satis humoris per radices exhauriri potest, nisi in eodem modo quo animalia, inter spirandum, exiguam portionem humoris aëris necessario accipiunt. Comprobatum quidem est pluribus experimentis folia plantarum absorbere humorem posse; sed tamen nondum comprobatum

est talem absorptionem in naturali conditione plantae necessarium esse; siquidem multae plantae potius propellunt humorem per folia sua, quam accipiunt, fortasseque tum demum accipiunt ubi satis humoris per radicem, ut jam dixi, accipi non potest.

Haec igitur de humoris absorptione. Modus autem quo absorptus succus ascendat et descendat, nunc quaerendus est. Existimavit quidem GREW hunc per corticem lignumque atque medullam pariter ascendere, ideo quia ex istis omnibus incisis succus sponte destillavit. At DU HAMEL atque KNIGHT satis comprobarunt succum per lignum solum ascendere. Ex his prior plures arbores decorticavit, quae nihilominus per plures annos increverunt; posterior autem ex aliis arboribus annulos corticis circumcidit, arboresque nullo modo affectae sunt. Praeterea KNIGHT, postquam sustulerat portionem medullae, ita ut impediret omne commercium, reperit ramos, in quibus hoc factum erat, pariter vigere atque antea; idemque multis aliis experimentis abunde confirmavit succum per lignum alburnumque ascendere. Inter caetera circumcidit corticem Esculi hippo-

castani, ita ut relinqueret annulos corticis, cum foliis ex hoc procedentibus. Deinde immersit fines surculorum, in quibus hoc factum fuerat, in aquam coloratam; invenitque hanc, non solum super partem incisam ascendere, sed etiam folia circumcisa intrare, ita tamen ut neque cortex, neque succus inter hunc et lignum, ullo modo colore afficeretur. Vasa autem, per quae color ad folia transierat, evidentia fuerunt per petiolos, discretaque esse visa sunt a communibus vasis circa medullam, quae ab eo centralia vasa vocantur, atque etiam a vasis spiralibus, quae cum iis, modo apendicum, processerunt. Quod attinet ad succi descensum, idem clarus vir, cum circumcidisset corticem Vitis aliarumque arborum, ita ut impediret cursum humoris per hanc partem, reperit semper partem supra incisionem increscere multo celerius quam partem infra; idemque annotatum est a Du Hamel, posteaquam corticem ligaturis devinxerat. In his exemplis pars rami ultra ligaturam semper intumescit, idque sive ramus inclinatus, sive erectus fuit. In hanc partem liceat mihi narrare quod, ante aliquot annos, in meo horto accidit. Jusseram forte curatorem meum quas-

dam Malos decorticare, super quas aphis multum increverat; homoque ab una arbore, quae plurimum affecta est, ad tres pollices corrupti corticis circumciderat proxime alburnum, partemque impleverat mixtura ex pice liquida seboque et sulphure. Nullus novus cortex formatus est, neque, quod memini, ullus tumor supra partem se ostendit; sed fructus ab hoc ramo propemodum duplo magis abundans fuit, quam ab ullo simili ramo, vel hujus arboris, vel alius alicujus in horto; ad hoc, pomi multo majores fuerunt. Secundo anno, quamvis fructus non tam copiosus fuit, tamen multo plures pomi quam in aliis ramis increverunt; minores autem quam primo anno fuerunt; sed etiam nunc necessarium fuit, ex pondere fructus, ramum fulcro sustinere. Tertio anno ramus pene mortuus fuit, perpaucique exigui pomi ad maturitatem non pervenerunt; ramusque, ante hiemem, ex toto mortuus est. Hoc incrementum fructus, quod explicari solum potest ex impedito descensu succi, simul cum experimentis clarorum virorum jam dictorum, satis comprobare mihi videtur succum per vasa corticis descendere, similia iis per quae in ligno alburnoque ascendit.

At quaesitum quoque est, quo pacto plantae superfluum humorem quem acceperint amittant. Hoc ut deprehenderet, Hales experimenta quaedam in flores Helianthis instituit; reperitque unum, altum ad tres pedes et dimidium, per halitum quotidie amittere circiter unam libram et quatuordecim uncias humoris; eundem autem, per calidam noctem absque vapore, solum tres uncias; ubi vapor evidens fuit, nihil amittere; et denique ubi is magnus fuit, vel descendit pluvius, non modo nihil amittere, sed etiam pondus ejus aliquatenus adauctum est. Primo aspectu experimenti videtur plantam revera aliquid ponderis adeptam fuisse per absorptionem; hoc autem parum verisimile mihi esse videtur, siquidem radices hic satis humoris exhauriebant, credibileque est (id quod annotatum video quoque a clarissimo viro Davy) plantas per folia non absorbere, quamdiu radices satis absorbent; fortasseque, in hoc exemplo, incrementum ponderis referri debet solum ad humorem qui flori adhaesit.

Sed cum dixerim de humoris absorptione, atque distributione per plantas, proximum est ut de altera functione, quae non minus necessaria est,

paucis loquar. Secundum experimenta Papin aliorumque, plantae, si aëre privantur, cito pereunt; reperitque Darwin, si folia sola aëre suppeditantur, eandem diu vivere; sed si folia sublata sunt, vel oleo illita, (uti expertum est a se, atque adeo a Du Hamel et Bonnet,) etiam in aëre cito emori. Ex his igitur licet colligere certam actionem necessariam inter folia plantarum atque aërem in quo sunt subsistere, similem ei quae animalibus respiratio appellatur; experimentaque facta sunt ad deprehendendos effectus variorum spirituum in plantas.

Ex his incipiam ab experimentis Saussure in actionem *acidi carbonici*. Hoc consilio usus est Pisis, quae in aqua ad quatuor pollices increverant, et quorum pondus ad viginti grana fuit. Haec ita in aqua collocavit, ut radices solum immergerentur, reliquaque planta objiceretur variis mixturis acidi carbonici atque aëris, idque adeo ut acciperet radios solis. Ubi aër communis fuit, incrementum singularum plantarum duabus diebus ad octo grana fuit; ubi autem simplex acidum carbonicum eaedem cito perierunt; id quod accidit quoque ubi copia acidi carbonici fuit ad tres ex quatuor

partibus, vel etiam ad duas ex tribus. Quod si copia acidi carbonici ad dimidiam partem fuit, septem dies vixerunt; eademque si ad quartam solum partem, decem dies, pondusque quinque grana adauctum est. Denique, repertum est, si copia acidi carbonici ad duodecimam partem fuit, pondus plantae semper increscere ad undecim grana; id quod plus est quam ubi in communi aëre continentur. Constat igitur, ut inquit SAUSSURE, quod quicquid adauget copiam acidi carbonici, intra certos fines, favere incremento plantarum, in sole increscentium. Verum hoc, ut mihi videtur, parum evidens est; neque enim haec experimenta ullo modo comprobant acidum carbonicum foliis absorptum fuisse. Nam vapor aquae, radiis solis objectae, simul cum adaucto halitu ex foliis, necessario, ex minore suo pondere, supra acidum carbonicum foret, quod non igitur per folia, sed per radices potius absorberetur. Praeterea dicitur idem non accidisse ubi plantae in umbra fuerunt, ubi minimum incrementum manifeste nocuit. Rogarem cur effectus hujus spiritus tam diversi sint in sole atque in umbra? id quod fortasse explicari potest ex minore halitu ex planta, minore-

que vapore ab aqua posteriore exemplo quam priore. Sequitur ex his ut acidum carbonicum in umbra non descendat ad radicem, uti in sole, sed protinus contingat folia, eaque ita excitet, ut oxygenium accipere non possint; parique ratione plantae fortasse quam animalia, in eodem contenta, interimantur. Quod attinet ad utilitatem acidi carbonici, ad radicem admoti, pertinet magis haec quaestio ad agriculturam, quam ad nostrum argumentum.

Idem Saussure, et cum eo Woodhouse, Keith, Huber, aliique, experimenta quoque fecerunt in effectus *nitrogenii* in plantas; reperiuntque has, contentas eo, paucos dies solum vivere, neque id ipsum, nisi simul aqua subministrata fuit. Putatum est quidem a Priestley, nitrogenium, sive, ut ille vocat, aërem phlogisticatum, proprium cibum plantarum esse; verum hoc falsum esse satis superque constat.

Idem putatum est a Priestley de *hydrogenio*, sed pariter falso. A Saussure Lythrum salicaria collocata est in hydrogenio, solique objecta; sed, quamvis magis viguit quam plantae in nitrogenio solent, tamen nullum nutrimentum ex hydroge-

nio accepit, neque quidem id multum mutavit, etenim post quinque hebdomadas, cum oxygenio inflammatum in aquam transiit. Secundum KEITH, id hydrogenium quod in plantis est, non aërea sua forma eas intrat; sed ex aqua, quae pabulum plantarum est, propria actione comparatur.

Ventum est nunc ad *oxygenium*, quod, uti animalibus, ita plantis, summopere necessarium esse videtur. Repertum erat ab ACHARD nullum semen germinare posse, vel in nitrogenio, vel in acido carbonico, vel in hydrogenio, nisi ubi certa ratio oxygenii commixta erat; colligitque hoc solam partem aëris esse, quae plantis plane necessaria est. Comprobatum est quoque a KEITH ramos plantarum lignearum, vere acceptos, atque inclusos in communi aëre, cum exigua copia aquae ad praestandum humorem, pariter bene folia sua expandere, atque si in naturali conditione relicti essent; id quod non accidit in aëre, ex quo oxygenium sublatum est. Aliis experimentis confirmatum est, neque gemmas se explicare, neque fructum maturescere posse, sine oxygenio; repertumque est a CRUICKSHANK semina hordeacea, quae in aqua per horas viginti et quatuor macerata

erant, posteaque in communi aëre super hydrargyrum collocata sunt, totum oxygenium abstrahere, relictis solum nitrogenio, acidoque carbonico. Idem expertum est cum oxygenio per se; in quo germinatio plurimum accelerata est, decimoque die spatium oxygenii non evidenter mutatum est, sed maxime ex parte in acidum carbonicum conversum est, hordeumque partim in brasium mutatum. THOMSON quoque, in praelectionibus suis narrat experimentum, quod factum est in radicem Syringae vulgaris; quae partim nudata est immissaque in aërem communem, acido carbonico liberatum; post quatuor dies, radice praesecta a planta atque sublata, relictus aër idem spatium occupavit, evidentiaque indicia acidi carbonici ostendit. Haec experimenta igitur satis ostendunt, quam necessarium sit oxygenium plantis; quaeri autem potest, quo proprio modo oxygenium necessarium sit, quidque ex eo fiat. Putavit quidem GOUGH per germinationem oxygenium absorberi, portionem ejus retineri, reliquamque, conjunctam carbonio, rejici. Contra ELLIS arbitratur, ex suis experimentis atque aliorum, oxygenium, neque semina nec folia plantarum,

vel per absorptionem, vel per attractionem chemicam, intrare ; nam semina arida, in arido aëre vel oxygenio collocata, neque vegetant, neque, formato acido carbonico, aërem mutant. Haec, ut mihi videtur, vera opinio est ; neque quidem dubitari potest, quin carbonium, in istis experimentis, proficiscatur ex planta, siquidem idem accidit sive semina in aqua increscunt, sive in terra ; verique simile est acidum carbonicum hoc modo generari. Ubi semina ita collocantur ut satis humoris accipiant, portio hujus humoris per halitum iterum ejicitur, qui halitus in se certam rationem carbonii, ex planta derivati, continet ; hoc autem ex majore affinitate sua ad oxygenium, attrahit sibi portionem ejus, atque sic, plane in eadem ratione qua in respiratione animalium gignitur, acidum carbonicum ex plantis quoque evolvitur.

Sic igitur perfunctus sum officio, quod mihi initio propositum fuit ; multo quidem brevius atque imperfectius, quam argumenti ratio postulavit, tam bene autem quam istis temporis angustiis potui ; speroque fore ut venia non ex sua negligentia brevi aut imperfecto benigne concedatur.

FINIS.